

## Beschreibung

Verfahren zum Erzeugen einer eine spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung

5

Zum Steuern und Überwachen automatisierter Prozesse werden heutzutage üblicherweise sogenannte Automatisierungsanlagen eingesetzt. Bei den automatisierten Prozessen kann es sich beispielsweise um verfahrenstechnische Prozesse, automati-

10 sierte Herstellungsverfahren oder auch Erzeugungs- und Verteilungssysteme für elektrische Energie handeln. Eine Automatisierungsanlage umfasst üblicherweise mit dem automatisierten Prozess verbundene, in Prozessnähe angeordnete Feldgeräte, die mittels geeigneter Sensoren, wie beispielsweise

15 Strom- und Spannungswandlern, Durchflussmessern oder Konzentrationsmessgeräten, bestimmte Messdaten aus dem Prozess gewinnen (z.B. Ströme, Spannungen, Massenströme, Konzentrationen). Auf der Grundlage dieser Messdaten kann eine Überwachung und Steuerung des Prozesses erfolgen. Beispielsweise

20 können die Messdaten an geeignete Ausgabegeräte, wie z.B. Bildschirmanzeigen, weitergeleitet und dort etwa in Form von Grafiken oder Tabellen dem Bedienpersonal des jeweiligen Prozesses dargestellt werden. Handelt es sich bei den Feldgeräten um sogenannte elektrische Schutzgeräte, so werden übli-

25 cherweise die erfassten Messdaten automatisch auf die Einhaltung bestimmter Betriebsparameter überprüft und, sofern die vorgegebenen Betriebsparameter nicht eingehalten werden, automatisch eine geeignete Schutzmaßnahme getroffen, wie beispielsweise das Öffnen eines Leistungsschalters in einem

30 elektrischen Energieverteilungssystem.

Üblicherweise werden solche Automatisierungsanlagen von Datenverarbeitungseinrichtungen gesteuert, die mit Hilfe einer

geeigneten Steuersoftware alle für die Steuerung und Überwachung notwendigen Schritte durchführen können. Dazu müssen eine solche Datenverarbeitungseinrichtung und die entsprechende Steuersoftware unter anderem genau an die Struktur  
5 bzw. den Aufbau der jeweiligen spezifischen Automatisierungsanlage des entsprechenden zu automatisierenden Prozesses angepasst werden. Eine solche Anpassung erfolgt heutzutage meist schon im Programmierstadium der entsprechenden Steuersoftware für die Datenverarbeitungseinrichtung einer jeweiligen  
10 spezifischen Automatisierungsanlage, so dass den Programmierern und Entwicklern dieser Steuersoftware der Aufbau der spezifischen Automatisierungsanlage schon bereits zum Programmierzeitpunkt bekannt sein muss.

15 Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 100 53 665 A1 ist beispielsweise ein Prozessleitsystem bzw. eine Automatisierungsanlage zur Fernüberwachung und Steuerung von verfahrenstechnischen Prozessen bekannt. Bei dem aus der Offenlegungsschrift bekannten Prozessleitsystem wird für die Anzeige der  
20 Messdaten und zur Bedienung des Prozessleitsystems ein an einer zentralen Stelle der Datenverarbeitungseinrichtung abgelegtes Prozessbild verwendet, das die spezielle Struktur der Automatisierungsanlage des entsprechenden Prozesses beinhaltet. Dieses Prozessbild ist bereits vor der Inbetriebnahme  
25 der Automatisierungsanlage manuell erstellt und an der zentralen Stelle der Datenverarbeitungseinrichtung abgespeichert worden. Bei jeglichen Änderungen der Automatisierungsanlage muss auch dieses Prozessbild entsprechend angepasst werden.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem vergleichsweise einfach eine Steuersoftware

für eine Datenverarbeitungseinrichtung einer spezifischen Automatisierungsanlage geschaffen werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Erzeugen einer eine spezifische Automatisierungsanlage be-

5 schreibenden Strukturdarstellung aus einer eine allgemeine Automatisierungsanlage beschreibenden Modellstrukturdarstellung gelöst, wobei die Modellstrukturdarstellung eine strukturierte Darstellung von Funktionsgruppen der allgemeinen Automatisierungsanlage und deren Verknüpfungen untereinander  
10 aufweist und jeder Funktionsgruppe eine oder mehrere Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage zuordenbar sind, und wobei folgende Schritte durchgeführt werden:

- Bereitstellen einer die Modellstrukturdarstellung wiedergebenden Textdatei für eine die spezifische Automatisierungsanlage steuernde Datenverarbeitungseinrichtung;  
15
- Ermitteln derjenigen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage durch die Datenverarbeitungseinrichtung, die gemeinsam einer Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung zuordenbar sind, und
- 20 - Eintragen der ermittelten Komponenten in die Modellstrukturdarstellung unter Erzeugen der die spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens  
25 liegt darin, dass keine manuelle individuelle Anpassung der Software für die die spezifische Automatisierungsanlage steuernde Datenverarbeitungseinrichtung an die spezifische Automatisierungsanlage vorgenommen werden muss. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird nämlich zum Programmierzeitpunkt  
30 in der Software lediglich eine eine allgemeine Automatisierungsanlage beschreibende Modellstrukturdarstellung vorgesehen, die erst bei der Inbetriebnahme der Automatisierungsan-

lage an die spezifische Automatisierungsanlage automatisch angepasst wird.

5 Mit anderen Worten wird eine allgemeine Steuersoftware bereitgestellt, die ein auf den Aufbau verschiedener Automatisierungsanlagen zutreffendes Modell enthält, das bei der Inbetriebnahme einer speziellen Anlage selbständig - also ohne manuelle Einstellungen - an deren Aufbau bzw. deren Struktur angepasst wird.

10 Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass auf diese Weise eine allgemeine Steuersoftware erstellt werden kann, die sich an eine Vielzahl verschiedener Automatisierungsanlagen anpassen lässt. Eine gesonderte Er-  
15 stellung je einer Steuersoftware für jede einzelne verschiedener Automatisierungsanlagen entfällt somit.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass in der Textdatei enthaltene Anweisungen  
20 die Datenverarbeitungseinrichtung dazu veranlassen, nur bei ausgewählten Funktionsgruppen zu überprüfen, ob mehrere Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage gemeinsam dieser Funktionsgruppe zuordenbar sind. Auf diese Weise kann die Anpassung der Modellstrukturdarstellung an die Struktur-  
25 darstellung der spezifischen Automatisierungsanlage besonders schnell und effizient durchgeführt werden, da bereits im Vorfeld festgelegt werden kann, bei welchen Funktionsgruppen überhaupt eine Zuordnung mehrerer Komponenten der Automatisierungsanlage vorkommen kann. Ein Überprüfen der übrigen  
30 Funktionsgruppen durch die Datenverarbeitungseinrichtung entfällt somit.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsge-  
mäßigen Verfahrens sieht vor, dass die Datenverarbeitungsein-  
richtung zum Ermitteln derjenigen Komponenten der spezifi-  
schen Automatisierungsanlage, die gemeinsam einer Funktions-  
gruppe der Modellstrukturdarstellung zuordenbar sind, eine  
elektronische Anfrage an die jeweiligen Komponenten oder eine  
diesen übergeordnete gemeinsame Steuereinrichtung sendet und  
die jeweiligen Komponenten oder die diesen übergeordnete ge-  
meinsame Steuereinrichtung auf diese elektronische Anfrage  
eine elektronische Antwort mit einem für sie jeweils eindeu-  
tigen Erkennungsschlüssel an die Datenverarbeitungseinrich-  
tung senden. Auf diese Weise kann eine Erkennung der mehreren  
einer gemeinsamen Funktionsgruppe zuordenbaren Komponenten  
besonders einfach vorgenommen werden, da die Datenverarbei-  
tungseinrichtung hierzu nur die mehrfach vorkommenden Kompo-  
nenten nach ihren eindeutigen Erkennungsschlüsseln abfragen  
muss. Mit Hilfe des jeweils eindeutigen Erkennungsschlüssels  
kann jede Komponente der spezifischen Automatisierungsanlage  
eindeutig von allen anderen Komponenten unterschieden werden.  
Erkennungsschlüssel in diesem Sinne können beispielsweise  
Steckplatznummern, eindeutige Adressen, Komponenten-Identifi-  
kationsnummern, innerhalb der spezifischen Automatisierungs-  
anlage einmalig auftretende Komponentennamen sowie Produkt-  
oder Seriennummern von einzelnen Komponenten sein.

Die elektronische Anfrage kann im Rahmen der Erfindung hier-  
bei auch an eine den jeweiligen Komponenten der spezifischen  
Automatisierungsanlage übergeordnete gemeinsame Steuerein-  
richtung - meist ein Softwaremodul - gerichtet sein, das die  
Rückantwort der jeweiligen Erkennungsschlüssel für den Fall  
steuert, dass mehr als eine Komponente der entsprechenden  
Funktionsgruppe zuordenbar ist.

In diesem Zusammenhang wird es ferner als vorteilhaft angesehen, wenn jeweils gemeinsam einer Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung zuordenbare Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage beim Senden der elektronischen Antwort Erkennungsschlüssel desselben Typs verwenden. Eine Unterscheidung der entsprechenden Komponenten kann auf diese Weise besonders leicht erfolgen, da alle einer Funktionsgruppe zuordenbaren Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage zwar unterschiedliche Werte von Erkennungsschlüsseln besitzen, aber generell denselben Typ eines Erkennungsschlüssels verwenden. Beispielsweise wird hierbei als Erkennungsschlüssel eine Steckplatznummer verwendet, anhand derer die jeweiligen Komponenten eindeutig an ihren unterschiedlichen Erkennungsschlüssel-Werten, also in diesem Fall unterschiedlichen Steckplatznummern, erkannt werden können.

Weiterhin wird es als eine vorteilhafte Fortbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens angesehen, wenn die jeweiligen Komponenten mit der elektronischen Antwort zusätzlich weitere, sie charakterisierende Daten senden. Bei dieser Fortbildung können vorteilhafterweise bereits bei der Inbetriebnahme der spezifischen Automatisierungsanlage spezielle weitere Informationen über die entsprechenden Komponenten der Automatisierungsanlage von der Datenverarbeitungseinrichtung aufgenommen werden. Bei solchen weiteren Informationen kann es sich beispielsweise um eine genauere Beschreibung der entsprechenden Komponente, ihren jeweiligen Status (An, Aus, Fehler) oder beispielsweise die Formate der von dieser Komponente im Betrieb der Automatisierungsanlage an die Datenverarbeitungseinrichtung zu sendenden und zu empfangenden Daten handeln.

Als weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird angesehen, dass auch bei einer solchen Funktionsgruppe, der eine einzige Komponente zuordenbar ist, diese Komponente ermittelt und unter Vervollständigung der die spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Struktur-  
5 turdarstellung in die Modellstrukturdarstellung eingetragen wird. Auf diese Weise kann bereits innerhalb der oben beschriebenen Inbetriebnahme die gesamte Automatisierungsanlage mit allen Komponenten erkannt und in die Strukturdarstellung  
10 eingetragen werden. Gemäß dieser Weiterbildung werden also zusätzlich auch solche Komponenten, die als einzige einer bestimmten Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung zugeordnet werden können, erkannt und in die Modellstrukturdarstellung eingetragen.

15 Besonders vorteilhaft können die jeweiligen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage von der Datenverarbeitungseinrichtung angesprochen und erkannt werden, wenn eine Adressierung der jeweiligen Komponenten der spezifischen Au-  
20 tomatisierungsanlage seitens der Datenverarbeitungseinrichtung mittels eines zumindest eine Kennzeichnung der jeweiligen Komponente enthaltenden Komponenten-Pfades erfolgt. Ein Komponenten-Pfad kann hierbei ähnlich wie aus Betriebssystemen von Heim- und Bürocomputern bekannte Datei-, Verzeichnis-  
25 oder Gerätepfade aufgebaut sein.

Ferner wird als vorteilhaft angesehen, wenn von der Datenverarbeitungseinrichtung zur Ermittlung von Informationen, die einer Komponente einer Funktionsgruppe typisch oder mehreren  
30 Komponenten einer Funktionsgruppe gemeinsam sind, aus dem entsprechenden Komponenten-Pfad ein die entsprechende Funktionsgruppe angegebender Typ-Pfad erzeugt wird und die Datenverarbeitungseinrichtung unter Verwendung dieses Typ-Pfads

aus der Textdatei die Informationen der entsprechenden Funktionsgruppe ausliest. Auf diese Weise können allein unter Zuhilfenahme des einer jeweiligen Komponente entsprechenden Komponenten-Pfades nach Umwandlung in einen Typ-Pfad für diese Komponente typische Informationen anhand der entsprechenden Funktionsgruppe ermittelt werden. Solche Informationen können beispielsweise die Art der dieser Funktionsgruppe zuordenbaren Komponenten und Formate der mit diesen Komponenten auszutauschenden Daten sein.

10

Besonders einfach kann ein die entsprechende Funktionsgruppe angegebender Typ-Pfad von der Datenverarbeitungseinrichtung erzeugt werden, wenn die Datenverarbeitungseinrichtung zum Erzeugen des Typ-Pfads aus dem Komponenten-Pfad die zumindest eine Kennzeichnung der jeweiligen Komponente aus dem Komponenten-Pfad unter Bildung des Typ-Pfads entfernt.

15

Als besonders vorteilhaft wird es in diesem Zusammenhang ferner angesehen, dass zur Formulierung des Komponenten-Pfads und des Typ-Pfads die Sprache X-Path verwendet wird. Bei der Sprache X-Path handelt es sich um eine von dem internationalen Standardisierungsgremium W3C normierte Sprache zur Navigation und Adressierung insbesondere in XML-Dokumenten. Nähere Informationen zu X-Path finden sich unter

20

25

<http://www.w3.org/TR/xpath>.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht ferner vor, dass die spezifische Automatisierungsanlage beschreibende Strukturdarstellung von der Datenverarbeitungseinrichtung in eine grafische Darstellung umgewandelt wird. Mittels einer solchen grafischen Darstellung kann von einem Bediener der Automatisierungsanlage

30

ein schneller und umfassender Überblick über die gesamte Automatisierungsanlage gewonnen werden.

5 Besonders vorteilhaft wird in diesem Zusammenhang angesehen, wenn die auf der Strukturdarstellung beruhende grafische Darstellung mittels einer zu der Datenverarbeitungseinrichtung gehörenden Benutzereinrichtung angezeigt wird. Hierbei kann ein Bediener des Automatisierungssystems besonders vorteilhaft beispielsweise mittels einer an einen zentralen Rechner  
10 der Datenverarbeitungseinrichtung angeschlossenen Benutzereinrichtung, wie z.B. einer Bedienstation oder einem Laptop, einen Überblick über den genauen Aufbau der spezifischen Automatisierungsanlage gewinnen.

15 Hierbei kann es ferner vorteilhaft sein, wenn die Strukturdarstellung mittels einer Browsereinrichtung der Benutzereinrichtung in die grafische Darstellung umgewandelt und angezeigt wird. Auf diese Weise kann z.B. in einer internetbasierten Automatisierungsanlage besonders einfach ein Zugriff  
20 von einer Benutzereinrichtung auf die grafische Darstellung der Struktur der spezifischen Automatisierungsanlage erlangt werden, weil mit einer Browsereinrichtung ein weitgehend hardware- und betriebssystemunabhängiger Zugriff erfolgen kann.

25

Als besonders vorteilhaft wird ferner angesehen, dass für die die Modellstrukturdarstellung wiedergebende Textdatei XML verwendet wird. Das XML-Format (Extended Markup Language) eignet sich insbesondere gut zur Beschreibung hierarchisch  
30 strukturierter Systeme. Daher kann es besonders vorteilhaft auch zur Darstellung eines üblicherweise hierarchisch strukturierten Aufbaus einer Automatisierungsanlage eingesetzt werden. Das XML-Format ist ferner systemunabhängig, kann also

Datenverarbeitungseinrichtungen verschiedener Betriebssysteme und mit unterschiedlichen Programmiersprachen bearbeitet werden.

5 Zur näheren Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Automatisierungsanlage in einem Blockschaltbild, in

10

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel einer eine spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung, in

15

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel einer eine allgemeine Automatisierungsanlage beschreibenden Modellstrukturdarstellung und in

20

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel einer Benutzeranzeige für die Bedienung einer Automatisierungsanlage

gezeigt.

Figur 1 zeigt beispielhaft in einer Art Blockschaltbild einen  
25 möglichen Aufbau einer Automatisierungsanlage 1. An einem in Figur 1 nicht dargestellten automatisierten Prozess befinden sich Feldgeräte 2A bis 2D, die über ebenfalls in Figur 1 nicht dargestellte Sensoren und/oder Wandler mit dem automatisierten Prozess verbunden sind. Bei dem Prozess kann es  
30 sich beispielsweise um einen verfahrenstechnischen Prozess oder um einen automatisierten Herstellungsprozess handeln. Im Folgenden soll jedoch davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem Prozess um eine Energieversorgungsanlage, beispiels-

11

weise ein Energieversorgungsnetz, handelt. In diesem Fall handelt es sich bei den mit der Energieversorgungsanlage verbundenen Feldgeräten beispielsweise um Leit- und Steuergeräte oder um elektrische Schutzgeräte zur Überwachung und zum Schutz des Energieversorgungsnetzes. Die Feldgeräte 2A bis 2D liefern über ein Bussystem 3 Messdaten des Prozesses, beispielsweise Spannungs- und Strommesswerte, an eine Datenverarbeitungseinrichtung 4. Gemäß Figur 1 umfasst die Datenverarbeitungseinrichtung 4, die zur Steuerung der Automatisierungsanlage 1 eingerichtet ist, einen zentralen Rechner 5 sowie Benutzereinrichtungen 6A bis 6D, die über verschiedene Möglichkeiten mit dem zentralen Rechner 5 kommunizieren. So ist etwa die Benutzereinrichtung 6A, bei der es sich beispielsweise um eine lokale Bedienstation handeln kann, direkt fest mit dem zentralen Rechner 5 verdrahtet. Die Benutzereinrichtungen 6B und 6C, z.B. Büro- oder Leitwartenrechner, sind über ein Netzwerk 7, beispielsweise das Internet oder ein Intranet, mit dem zentralen Rechner 5 verbunden, und die Benutzereinrichtung 6D, z.B. ein Laptop, ist drahtlos über kombinierte Sende- und Empfangseinrichtungen 8A und 8B mit dem zentralen Rechner 5 verbunden.

Figur 2 zeigt in einer Baumstruktur ein Ausführungsbeispiel eines Aufbaus einer solchen (spezifischen) Automatisierungsanlage mit mehreren Komponenten. Eine zentrale Prozessoreinheit (CPU) 20, die beispielsweise in dem zentralen Rechner 5 gemäß Figur 1 enthalten sein kann, steuert hierbei zunächst eine Gesamttreibereinrichtung 21, mit der beispielsweise die Kommunikation zwischen der CPU 20 und den restlichen Komponenten der Automatisierungsanlage geregelt wird. Von dem Gesamttreiber 21 ist zudem ein Informationsblock 22 abrufbar. Beispielsweise können in dem Informationsblock 22 enthaltene Informationen eine Versionsnummer und ein Erstellungsdatum

12

des Gesamttreibers 21 enthalten. Der Gesamttreiber 21 wiederum steuert gemäß Figur 2 vier sogenannte Einzeltreiber 23A bis 23D, denen wiederum bestimmte Geräte 24A bis 24E untergeordnet sind. Man erkennt, dass dem vierten Einzeltreiber 23B an dieser Stelle zwei Geräte 24D und 24E zugeordnet sind. In einer folgenden Strukturebene sind den Geräten 24A bis 24E schließlich mit dem Prozess verbundene Sensoren 25A bis 25F untergeordnet.

10 In Figur 2 erkennt man ferner, dass die meisten Komponenten der in Figur 1 gezeigten spezifischen Automatisierungsanlage bestimmten Blöcken in der Strukturdarstellung gemäß Figur 2 entsprechen. Einige Blöcke in Figur 2 stellen dabei gegenständliche Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage dar, beispielsweise Geräte 24A bis 24E bzw. Sensoren 25A bis 25F. Andere stellen Softwarekomponenten dar, beispielsweise Einzeltreiber 23A bis 23D oder der Gesamttreiber 21. Der Informationsblock 22 hat keine eigentliche Abbildung in der spezifischen Automatisierungsanlage und dient hierbei lediglich zur Strukturierung von Daten und Informationen innerhalb der Strukturdarstellung und dient damit deren besserer Übersichtlichkeit. Die genannten Softwarekomponenten sowie der Informationsblock 22 werden üblicherweise auf der Datenverarbeitungseinrichtung 4 (vgl. Figur 1) ausgebildet sein, was in Figur 2 durch einen strichlierten Rahmen angedeutet ist.

Für den Betrieb der Automatisierungsanlage ist es notwendig, dass für eine Steuersoftware der in Figur 1 gezeigten Datenverarbeitungseinrichtung 4 eine solche Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage mit ihren entsprechenden Komponenten vorliegt. Erfindungsgemäß wird eine sol-

che Strukturdarstellung aus einer Modellstrukturdarstellung, wie sie beispielsweise in Figur 3 dargestellt ist, gewonnen.

In Figur 3 ist eine solche Modellstrukturdarstellung beispielsweise gezeigt, die allgemein auf eine Vielzahl von Automatisierungsanlagen angewandt werden kann. Hierbei sind anstelle einzelner Komponenten einer speziellen Automatisierungsanlage lediglich deren Funktionsgruppen, also sozusagen Klassen von Komponenten einer fiktiven Automatisierungsanlage gezeigt. Dies ist in der Darstellung gemäß Figur 3 durch die Abkürzung „FG“ in der linken oberen Ecke jedes einzelnen Blockes gekennzeichnet. Gemäß Figur 3 befindet sich auf der obersten Strukturebene eine Funktionsgruppe (FG) CPU 31, die einer FG „Gesamttreiber“ 32 übergeordnet ist. Die FG „Gesamttreiber“ 32 ist wiederum parallel zueinander angeordneten Funktionsgruppen „Einzeltreiber“ 33 und „Information“ 34 übergeordnet. Der FG „Einzeltreiber“ 33 ist schließlich eine FG „Gerät“ 35 und dieser eine FG „Sensor“ 36 untergeordnet. Mit einer derartigen Modellstrukturdarstellung lässt sich allgemein der Aufbau einer Vielzahl von Automatisierungsanlagen beschreiben.

Um aus der Modellstrukturdarstellung gemäß Figur 3 eine Strukturdarstellung einer spezifischen Automatisierungsanlage beispielsweise analog zu Figur 2 zu generieren, muss insbesondere an den in Figur 3 durch Sterne 37 gekennzeichneten Stellen die wahre Anzahl von den jeweiligen Funktionsgruppen zuordenbaren Komponenten ermittelt werden. Beispielsweise können der Funktionsgruppe „Einzeltreiber“ mehrere Einzeltreiberkomponenten einer spezifischen Automatisierungsanlage zugeordnet werden. Zudem müssen die einzelnen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage in die Modellstrukturdar-

14

stellung eingetragen werden, um daraus eine entsprechende Strukturdarstellung zu gewinnen.

Die hierzu anzuwendende Vorgehensweise soll im Folgenden näher beschrieben werden:

Zum Anpassen einer Steuersoftware an eine spezifische Automatisierungsanlage wird zunächst eine Modellstrukturdarstellung, beispielsweise gemäß Figur 3, in Form einer Textdatei benötigt. Besonders komfortabel lässt sich eine solche Textdatei im XML-Format (Extended Markup Language) erstellen, da sich mit XML besonders gut hierarchisch strukturierte Systeme beschreiben lassen. Ein Beispiel für eine solche Textdatei in einer gekürzten XML-Fassung ist im Folgenden angegeben:

15

```
1   <CPU>
2   <Gesamttreiber>
3   <Information>
4   <Treibernummer    Typ = "int" />
20  5   <Erstelldatum    Typ = "string" />
6   </Information>
7   <Einzeltreiber ResolveCardinalities = "true" Key = "TreiberNr">
8   <Status Typ = "string" />
9   <Bezeichnung Typ = "string" />
25 10  <Geraet ResolveCardinalities = "true" Key = "GeraeteNr">
11  <Status Typ = "string" />
12  <Bezeichnung Typ = "string" />
   :
   :
30  :
   :
21  <Sensor ResolveCardinalities = "true" Key = "SensorNr">
   :
   :
35  :
31  </Sensor>
32  </Geraet>
33  </Einzeltreiber>
34  </Gesamttreiber>
40 35  </CPU>
```

Mit einer solchen Textdatei lässt sich die in Figur 3 gezeigte Modellstrukturdarstellung beschreiben. Man erkennt in der Textdatei beispielsweise die einzelnen Funktionsgruppen „CPU“, „Gesamttreiber“, „Information“, usw., denen bei Bedarf weitere Daten zugeordnet sind. Beispielsweise können in der Funktionsgruppe „Information“ eine Treibernummer oder ein Erstelltdatum angegebende Daten enthalten sein. Dies ist in Zeilen 4 und 5 der gezeigten Textdatei aufgeführt. Zusätzlich ist jeweils noch der verwendete Datentyp angegeben, beispielsweise wird für die Treibernummer der Datentyp „integer“ (int) verwendet, das Erstelltdatum liegt im Typ „string“ vor. Ferner erkennt man in Zeile 7 der Textdatei die Anweisung „ResolveCardinalities = true“, was bedeutet, dass an dieser Stelle der Funktionsgruppe „Einzeltreiber“ nicht nur eine einzelne Komponente, sondern mehrere Einzeltreiberkomponenten der spezifischen Automatisierungsanlage gemeinsam zuordenbar sein könnten. Zur Unterscheidung der einzelnen Einzeltreiberkomponenten der spezifischen Automatisierungsanlage wird mit dem Ausdruck Key = „TreiberNr“ beispielsweise die Adressierungs-Nummer einer Einzeltreiberkomponente als eindeutiger Erkennungsschlüssel festgelegt. Analoges gilt für die Funktionsgruppen „Geraet“ und „Sensor“ mit den Erkennungsschlüsseln Gerätenummer (GeraeteNr) und Sensornummer (SensorNr).

Eine solchermaßen oder ähnlich ausgeführte Textdatei muss der Datenverarbeitungseinrichtung, die die spezifische Automatisierungsanlage steuert, zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise wird sie an die Datenverarbeitungseinrichtung übertragen, nachdem sie an einem Programmierarbeitsplatz erstellt wurde. Vorteilhaft bei der Verwendung einer solchen Modellstrukturdarstellung ist jedoch insbesondere, dass eine einzige Modellstrukturdarstellung in Form einer Textdatei mehrfach kopiert und für mehrere Automatisierungsanlagen ver-

wendet werden kann. Der Entwicklungs- und Programmieraufwand im Vorfeld verringert sich somit deutlich.

Mittels der Datenverarbeitungseinrichtung der spezifischen  
5 Automatisierungsanlage muss die Modellstrukturdarstellung  
daraufhin in eine an die spezielle Automatisierungsanlage an-  
gepasste Strukturdarstellung überführt werden. Hierzu prüft  
die Datenverarbeitungseinrichtung die Textdatei beispiels-  
weise auf Anweisungen wie "ResolveCardanalties = true", um  
10 diejenigen Stellen zu ermitteln, an denen mehrfach einer  
Funktionsgruppe zuordenbare Komponenten existieren können. An  
diesen Stellen werden in der spezifischen Automatisierungsan-  
lage von der Datenverarbeitungseinrichtung die entsprechenden  
Komponenten abgefragt, beispielsweise indem die Datenverar-  
15 beitungseinrichtung eine elektronische Anfrage aussendet, in  
der der jeweilige Typ eines gesuchten Erkennungsschlüssels  
für die spezielle Funktionsgruppe enthalten ist. Auf diese  
elektronische Anfrage antworten jeweils die dieser Funktions-  
gruppe zuordenbaren Komponenten, indem sie ihre Erkennungs-  
20 schlüssel, z.B. ihre Gerätenummer, als elektronische Antwort  
an die Datenverarbeitungseinrichtung schicken.

Alternativ ist es auch möglich, dass allen oder einigen  
gleichartigen Komponenten der spezifischen Automatisierungs-  
25 anlage eine gemeinsame Steuereinrichtung übergeordnet ist,  
die die elektronische Anfrage empfängt und die Antworten der  
jeweiligen Komponenten an die Datenverarbeitungseinrichtung  
koordiniert.

30 Gemeinsam mit dem Erkennungsschlüssel können beispielsweise  
auch weitere die jeweilige Komponente charakterisierende Da-  
ten gesendet werden, wie etwa eine genauere Bezeichnung der  
Komponente oder der Status der Komponente (z.B. An, Aus, Feh-

17

ler). Die Datenverarbeitungseinrichtung trägt die zurückerhaltenen Komponenten anhand ihrer Erkennungsschlüssel in die Textdatei ein und prüft analog die weiteren Strukturebenen der Textdatei ab.

5

An allen Stellen, an denen sich Anweisungen finden, die spezifische Automatisierungsanlage auf mehrere gemeinsam einer Funktionsgruppe zuordenbare Komponenten zu überprüfen, führt die Datenverarbeitungseinrichtung das eben beschriebene Verfahren durch. Auf diese Weise werden alle gemeinsam je einer Funktionsgruppe zuordenbaren Komponenten der Automatisierungsanlage in die Textdatei aufgenommen, so dass letztendlich eine Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage, ebenfalls in Textform, entsteht, wie sie als Beispiel wiederum in gekürzter Fassung und im XML-Format folgend angegeben ist:

```

1      <CPU>
2      <Gesamttreiber>
20     :
      :
      :
11     <Einzeltreiber Key = "TreiberNr"           TreiberNr = "100">
      :
25     :
      :
21     <Geraet Key = "GeraeteNr"                 GeraeteNr = "1">
      :
      :
30     :
31     <Sensor Key = "SensorNr"                   SensorNr = "1001">
      :
      :
35     41    </Sensor>
      42    <Sensor Key = "SensorNr"               SensorNr = "1002">
      :
      :
40     :
51     </Sensor>
52     </Geraet>
53     <Geraet Key = "GeraeteNr"                 GeraeteNr = "2">

```

```

:
:
:
61    </Geraet>
5    :    </Einzeltreiber>
:
:
71    </Gesamttreiber>
72    </CPU>
```

10

An der gezeigten Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage im Textformat erkennt man, dass beispielsweise unterhalb der Funktionsgruppe "Gesamttreiber" einzelne  
15 Komponenten, wie beispielsweise ein Einzeltreiber mit der Treibernummer 100, eingetragen sind. Dem Einzeltreiber mit der TreiberNr 100 sind gemäß der gezeigten Strukturdarstellung Geräte mit den Gerätenummern (GeraeteNr) 1 und 2 untergeordnet. Weitere Geräte können analog aufgeführt sein. Dem  
20 Gerät mit der GeraeteNr 1 wiederum sind Sensoren mit den Sensornummern 1001 und 1002 untergeordnet. Die erläuterte Struktur entspricht beispielsweise dem in Figur 2 gezeigten linken Ast der Baumstruktur der spezifischen Automatisierungsanlage mit dem ersten Einzeltreiber 23A, dem ersten Gerät 24A und  
25 den Sensoren 25A und 25B. Die übrigen Äste der in Figur 2 gezeigten Strukturdarstellung können analog in die Strukturdarstellung im Textformat übernommen werden.

Zusätzlich zu den jeweiligen Erkennungsschlüsseln wie Treibernummern, Produktnummern und Sensornummern der einzelnen  
30 erkannten Komponenten können auch weitere, die Komponenten beschreibenden Daten in die Strukturdarstellung aufgenommen werden. So können hier beispielsweise einen Status der jeweiligen Komponente angegebende Informationen sowie eine genauere  
35 Bezeichnung der Komponente enthalten sein.

Zusätzlich zu solchen Komponenten, die gemeinsam einer Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung zuordenbar sind, können in demselben Ablauf auch die übrigen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage in die Modellstrukturdarstellung unter Bildung einer ergänzten Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage eingetragen werden. Bei diesen Komponenten findet somit eine Zuordnung von genau einer Komponente zu genau einer Funktionsgruppe statt. Dies gilt beispielsweise gemäß den Figuren 2 und 3 für die CPU 20 und die Funktionsgruppe „CPU“ 31. Die Erfassung dieser übrigen Komponenten kann analog zu der beschriebenen Vorgehensweise mit einer elektronischen Anfrage von der Datenverarbeitungseinrichtung und einer entsprechenden elektronischen Antwort der jeweiligen Komponente geschehen, wobei beispielsweise ein Wert eines Erkennungsschlüssels der jeweiligen Komponente an die Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt und in die Modellstrukturdarstellung eingetragen wird. Analog zu dem oben beschriebenen Verfahren können auch hier zusätzlich zu den Erkennungsschlüsseln weitere die jeweilige Komponente kennzeichnende Daten gesendet werden. Auf diese Weise erhält man schließlich aus der Modellstrukturdarstellung eine vollständige Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage mit allen vorhandenen Komponenten.

Um eine Komponente der spezifischen Automatisierungsanlage zu bezeichnen und gegebenenfalls Informationen oder Messdaten von dieser abzufragen oder an diese zu übertragen, muss die Datenverarbeitungseinrichtung eine eindeutige Adressierung für die jeweilige Komponente verwenden. Hierbei bietet sich die Verwendung von sogenannten Komponentenpfaden - oder auch Instanzpfaden - an, in denen, ähnlich der Form, die von bekannten Büro- und Heimcomputerbetriebssystemen verwendet werden, die jeweiligen Komponenten durch Querstriche getrennt

20

aufgeführt werden. Wichtig ist, dass zur Adressierung einer speziellen Komponente der spezifischen Automatisierungsanlage zusätzlich auch die jeweiligen für die gesuchte Komponente eindeutigen Erkennungsschlüssel in den Komponenten- bzw. Instanzpfad aufgenommen werden.

Im Folgenden ist ein Beispiel eines Komponentenpfades zur Adressierung des ersten Gerätes 24A (vgl. Figur 2) und zur Abfrage von dessen Status gezeigt:

10

```
"CPU/Gesamttreiber/Einzeltreiber['TreiberNr=100']/  
Geraet['GeraeteNr=1']/Status"
```

15

Die Organisation und Navigation mit Hilfe solcher Pfade kann beispielsweise mit der von dem Standardisierungsgremium W3C normierten Sprache X-Path besonders komfortabel erfolgen. Weitere Informationen zu X-Path lassen sich im Internet unter der URL <http://www.w3.org/TR/xpath> abrufen.

20

25

30

Ferner kann es von Vorteil sein, nicht nur eine spezielle Komponente unter Verwendung eines entsprechenden Komponentenpfades anzusprechen, sondern allgemeine Informationen über deren jeweilige Funktionsgruppe zu erhalten. Diese Informationen sind in der Modellstrukturdarstellung enthalten. Informationen über eine Funktionsgruppe können beispielsweise sogenannte Metadaten sein, die einen Datentyp angeben, in dem Daten von der jeweiligen Funktionsgruppe zugeordneten Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage empfangen oder gesendet werden können. Bei Verwendung eines Komponentenpfades wie oben angegeben lässt sich besonders einfach ein sogenannter Typpfad zum Abrufen solcher Informationen über die einzelnen Funktionsgruppen erzeugen. Hierzu müssen nämlich einfach alle jeweils die speziellen Erkennungsschlüssel von

21

Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage enthaltenden Teile des Komponentenpfades entfernt werden; bei dem obigen Beispiel verbleibt als Typpfad etwa:

5 "CPU/Gesamttreiber/Einzeltreiber/Geraet/Status"

Mit Hilfe dieses Typpfades lässt sich nun eine allgemeine Information über beispielsweise das Dateiformat abfragen, in dem der Status der einzelnen der Funktionsgruppe "Geräte" zugeordneten Komponenten ausgegeben wird. Dieser angegebene  
10 Typpfad verweist beispielsweise auf Zeile 11 der oben angegebenen Textdatei, in der als Datentyp für den Status der Funktionsgruppe "Geraet" der Typ "string" angegeben ist.

15 Mit Hilfe der so erzeugten Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage kann auch ein Bediener der Automatisierungsanlage sehr einfach auf spezielle Komponenten der Automatisierungsanlage zugreifen. Dazu kann beispielsweise eine Anzeigeeinrichtung oder ein externer Computer mit einer  
20 Anzeigeeinrichtung mit dem zentralen Rechner der Datenverarbeitungseinrichtung verbunden sein und beispielsweise in einem Browserfenster, wie es beispielhaft in Figur 4 gezeigt ist, die Navigation in der Automatisierungsanlage ermöglichen.

25

Figur 4 zeigt ein Browserfenster 41, in dem neben anderen Informationen insbesondere eine Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage („Anlage 1“) in einer grafischen Darstellung beispielhaft als Strukturbaum 42 gezeigt  
30 ist. Mit Hilfe einer solchen (grafischen) Strukturdarstellung der spezifischen Automatisierungsanlage kann ein Bediener des Automatisierungssystems beispielsweise - wie durch den Strukturbaum 42 angegeben - auf den sechsten Sensor (vgl. 25F in

Figur 2) zugreifen und bestimmte Informationen, wie beispielsweise Messwerte oder Statuswerte, des Sensors abrufen. Diese können dann beispielsweise in einem weiteren Fenster 43 in Form einer Tabelle angezeigt werden. Die grafische Darstellung einer solchen die spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung lässt sich vergleichsweise einfach aus einer XML-Datei, wie sie oben angegeben ist, erzeugen. Diese kann entweder von dem zentralen Rechner der Datenverarbeitungseinrichtung direkt umgewandelt werden oder  
10 beispielsweise von der Browsereinrichtung eines an den zentralen Rechner der Datenverarbeitungseinrichtung angeschlossenen Benutzercomputers.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen einer eine spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung aus einer eine  
5 allgemeine Automatisierungsanlage beschreibenden Modellstrukturdarstellung, wobei die Modellstrukturdarstellung eine strukturierte Darstellung von Funktionsgruppen der allgemeinen Automatisierungsanlage und deren Verknüpfungen untereinander aufweist und jeder Funktionsgruppe eine oder mehrere  
10 Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage zuordenbar sind, und wobei folgende Schritte durchgeführt werden:
  - Bereitstellen einer die Modellstrukturdarstellung wiedergebenden Textdatei für eine die spezifische Automatisierungsanlage steuernde Datenverarbeitungseinrichtung;
  - 15 - Ermitteln derjenigen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage durch die Datenverarbeitungseinrichtung, die gemeinsam einer Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung zuordenbar sind, und
  - Eintragen der ermittelten Komponenten in die Modellstrukturdarstellung unter Erzeugen der die spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung.  
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
  - in der Textdatei enthaltene Anweisungen die Datenverarbeitungseinrichtung dazu veranlassen, nur bei ausgewählten  
25 Funktionsgruppen zu überprüfen, ob mehrere Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage gemeinsam dieser Funktionsgruppe zuordenbar sind.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
  - die Datenverarbeitungseinrichtung zum Ermitteln derjenigen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage, die

gemeinsam einer Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung zuordenbar sind, eine elektronische Anfrage an die jeweiligen Komponenten oder eine diesen übergeordnete gemeinsame Steuereinrichtung sendet und

- 5 - die jeweiligen Komponenten oder die diesen übergeordnete gemeinsame Steuereinrichtung auf diese elektronische Anfrage eine elektronische Antwort an die Datenverarbeitungseinrichtung mit einem für sie jeweils eindeutigen Erkennungsschlüssel senden.

10

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- jeweils einer Funktionsgruppe der Modellstrukturdarstellung gemeinsam zuordenbare Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage beim Senden der elektronischen Antwort Erkennungsschlüssel desselben Typs verwenden.

15

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- die jeweiligen Komponenten mit der elektronischen Antwort zusätzlich weitere sie charakterisierende Daten senden.

20

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- auch bei einer solchen Funktionsgruppe, der eine einzige Komponente zuordenbar ist, diese Komponente ermittelt und unter Vervollständigung der die spezifische Automatisierungsanlage beschreibenden Strukturdarstellung in die Modellstrukturdarstellung eingetragen wird.

25

30 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- eine Adressierung der jeweiligen Komponenten der spezifischen Automatisierungsanlage seitens der Datenverarbei-

25

tungseinrichtung mittels eines zumindest eine Kennzeichnung der jeweiligen Komponente enthaltenden Komponenten-Pfades erfolgt.

- 5 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- von der Datenverarbeitungseinrichtung zur Ermittlung von Informationen, die einer Komponente einer Funktionsgruppe typisch oder mehreren Komponenten einer Funktionsgruppe gemeinsam sind, aus dem entsprechenden Komponenten-Pfad
  - 10 ein die entsprechende Funktionsgruppe angegebender Typ-Pfad erzeugt wird und
  - die Datenverarbeitungseinrichtung unter Verwendung dieses Typ-Pfads aus der Textdatei die Informationen der entsprechenden Funktionsgruppe ausliest.
- 15
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Datenverarbeitungseinrichtung zum Erzeugen des Typ-Pfads aus dem Komponenten-Pfad die zumindest eine Kennzeichnung der jeweiligen Komponente aus dem Komponenten-
  - 20 Pfad unter Bildung des Typ-Pfads entfernt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- zur Formulierung des Komponenten-Pfads und des Typ-Pfads
  - 25 die Sprache Xpath verwendet wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- die die spezifische Automatisierungsanlage beschreibende
  - 30 Strukturdarstellung von der Datenverarbeitungseinrichtung in eine grafische Darstellung umgewandelt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass

26

- die auf der Strukturdarstellung beruhende grafische Darstellung mittels einer zu der Datenverarbeitungseinrichtung gehörenden Benutzereinrichtung angezeigt wird.

5 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Strukturdarstellung mittels einer Browsereinrichtung der Benutzereinrichtung in die grafische Darstellung umgewandelt und angezeigt wird.

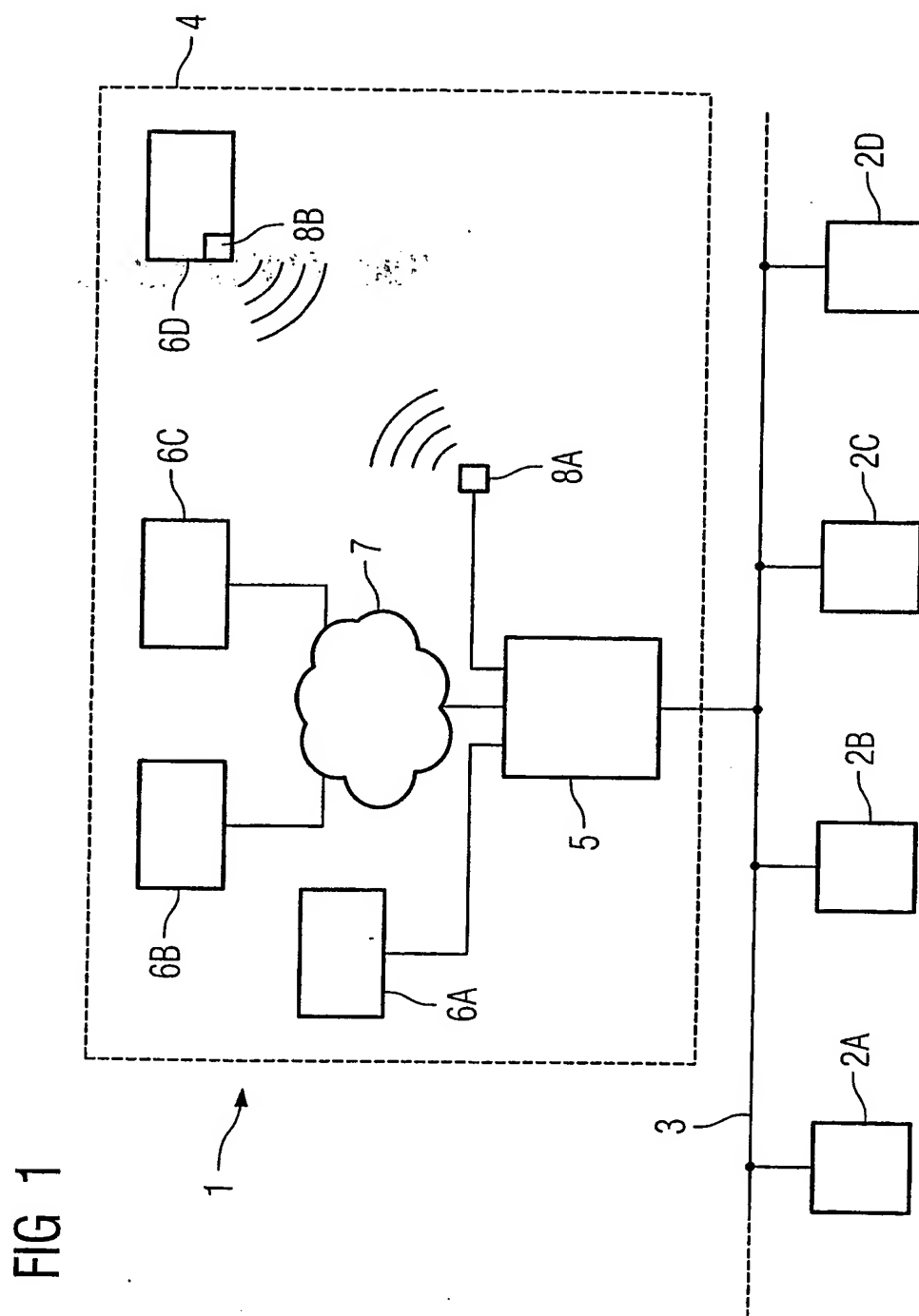
10

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- für die die Modellstrukturdarstellung wiedergebende Textdatei XML verwendet wird.

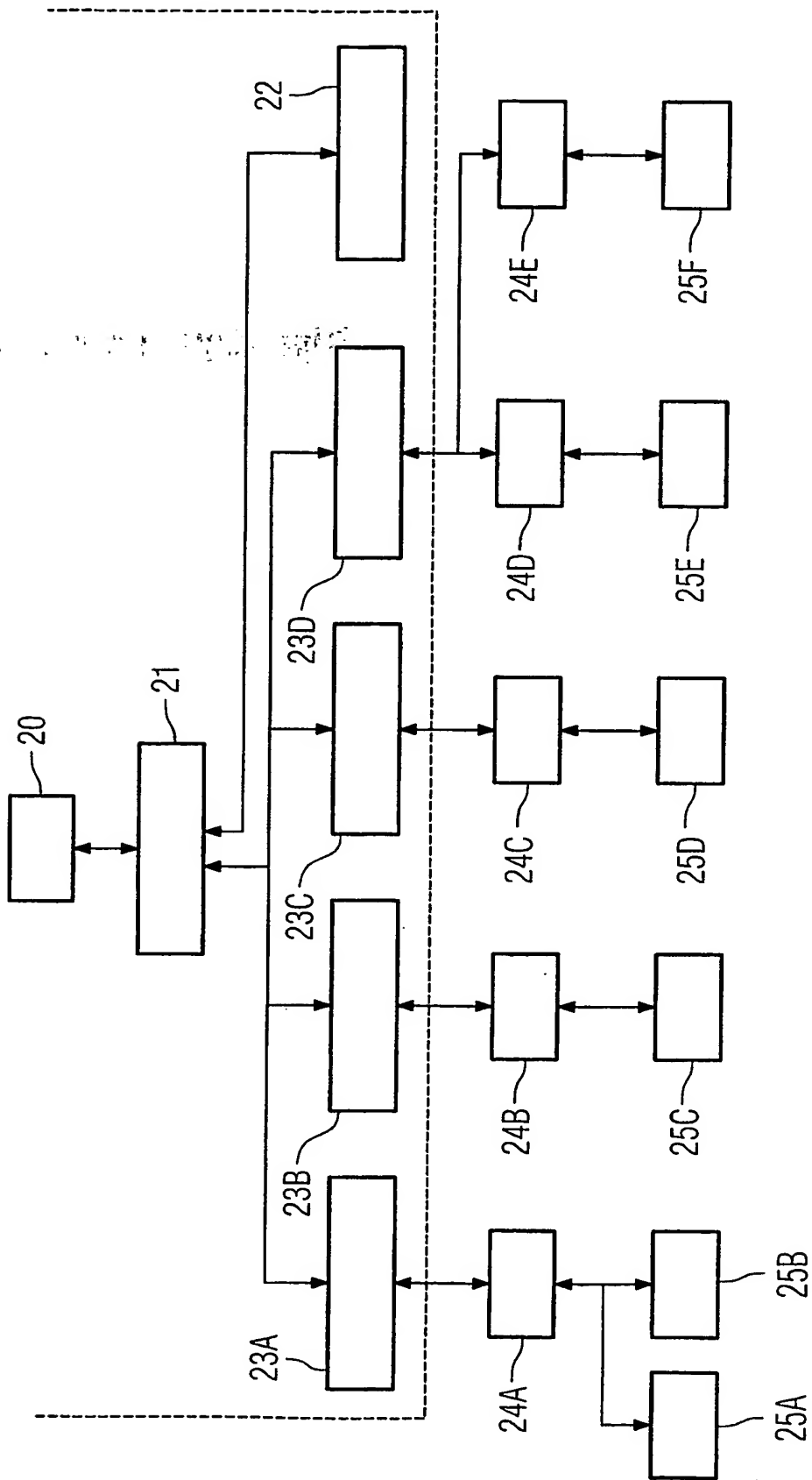
15

1 / 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

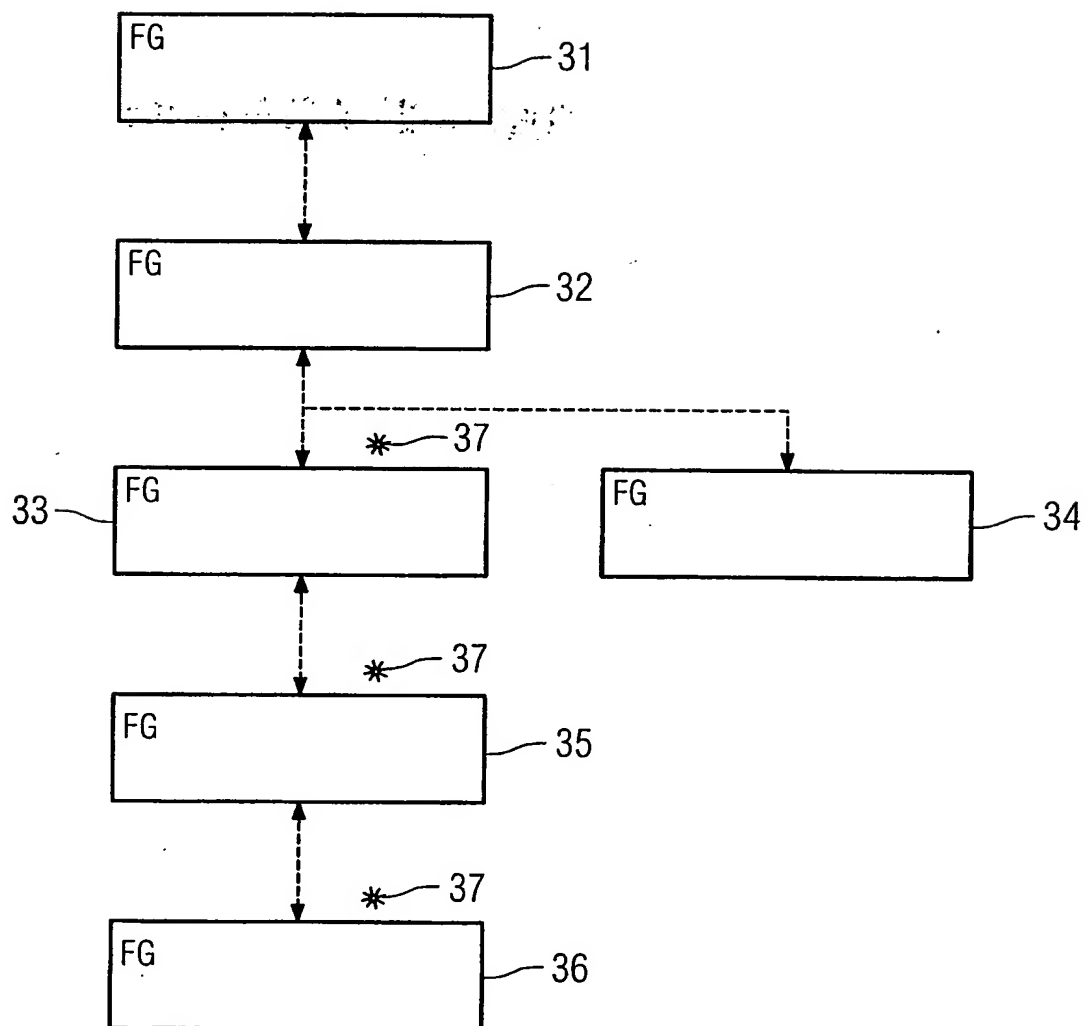
FIG 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

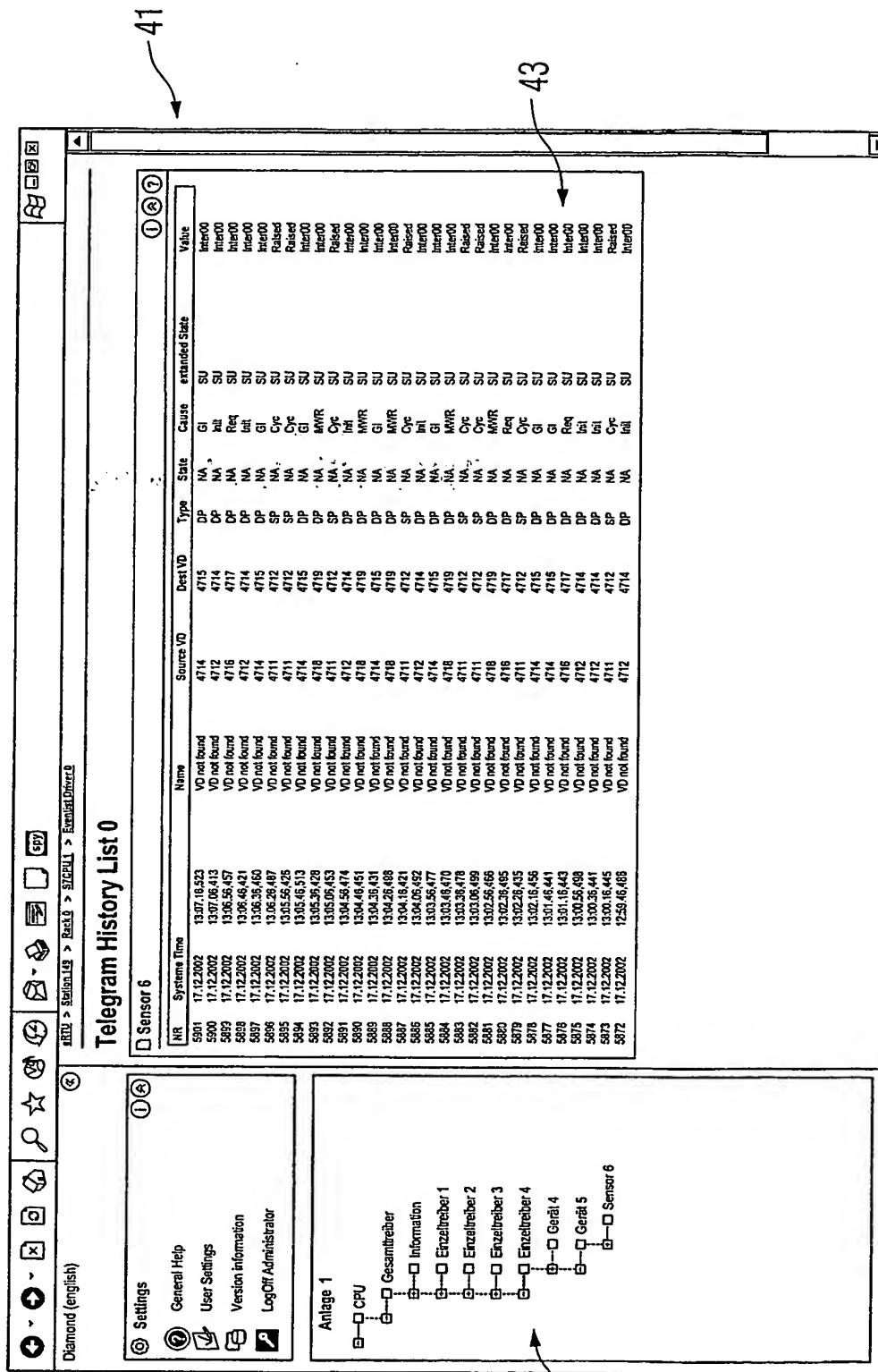
3 / 4

FIG 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**